

**Streuscheibe für LCD-Anwendungen,
Verfahren zu deren Herstellung und Verwendung**

Die vorliegende Erfindung betrifft Streuscheiben für LCD-Anwendungen umfassend mindestens eine lichtstreuende Polymethylmethacrylat-Schicht, Verfahren zur Herstellung dieser Streuscheiben und Verwendung.

Seit einiger Zeit sind Monitore bekannt, die auf Flüssigkristall-Technik basieren. Diese LCDs (Liquid Crystal Displays) finden sich vielfach als Darstellungsmedium an Computern. Seit neuerem wird diese Technik auch in Fernsehgeräten angeboten. Darüber hinaus werden LCDs auch zur graphischen Darstellung von Navigationsdaten in Automobilen, Flugzeugen und Schiffen eingesetzt. Dementsprechend vielfältig sind die Anforderungen an diese Monitore. Gemeinsam ist vielen LCDs eine Beleuchtungseinheit, die hinter der eigentlichen LCD-Zelle mit den Polarisationsfolien angebracht ist. Zwischen der Beleuchtungseinheit und der LCD-Zelle werden vielfach Streuscheiben eingesetzt, die das zur Darstellung notwendige Licht gleichmäßig auf die LCD-Zelle verteilt.

Hierfür geeignete Scheiben, die Mischungen von Partikeln umfassen, sind an sich bekannt. So beschreibt die Druckschrift JP 4-134440 Rückprojektionsschirme, die Partikel mit unterschiedlichem Brechungsindex umfassen. Hierdurch wird der Farbton besser wiedergegeben.

Darüber hinaus beschreiben beispielsweise JP 8-198976, JP 5-51480 und JP 2000-296580 derartige Scheiben, die für lichttechnische Anwendungen eingesetzt werden können.

Die zuvor genannten Platten, die Streumedien aufweisen können im Prinzip als Streuscheibe eingesetzt werden. Allerdings zeigen bekannte Platten kein ausgeglichenes Eigenschaftsprofil.

So ist die Helligkeitsverteilung, die durch bekannte mit Streumedien ausgestattete Platten erzielt werden, vielfach nicht optimal.

Des weiteren weisen viele einen relativ hohen Gelbindex auf, der zu einer Farbverfälschung führen kann. Des weiteren zeigen viele Streuplatten eine zu hohe oder eine zu geringe Transmission und eine zu große Trübung.

Darüber hinaus weisen die optischen Eigenschaften, wie Streuvermögen oder Intensitätshalbwertswinkel oder Gelbwert, vieler bekannter, schlagzäh modifizierter Streuplatten eine Temperaturabhängigkeit auf. Die Temperaturabhängigkeit kann möglicherweise bei einigen Anwendungen unbeachtlich sein. Hierbei ist jedoch zu bedenken, dass die Armaturen Bretter von Automobilen starken Temperaturschwankungen unterliegen. So treten unter anderem auch messbare Inhomogenitäten bei hohen Temperaturen auf. Trotz dieser starken Schwankungen sollte die Streuscheibe möglichst gleichbleibende Eigenschaften gewährleisten.

Des weiteren sind viele Streuplatten sehr Kratzempfindlich. Diese Eigenschaft mag möglicherweise in eingebautem Zustand relativ unbeachtlich erscheinen. Allerdings sind während der Montage der Bildschirme erhöhte Vorsichtsmaßnahmen zu treffen, um Kratzer zu vermeiden. Optisch sichtbare Kratzer führen zu Inhomogenitäten des auf die LCD-Zelle gestreuten Lichts.

In Anbetracht des hierin angegebenen und diskutierten Standes der Technik war es mithin Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Streuscheiben für LCD-Anwendungen anzugeben, die ein besonders ausgeglichenes

Eigenschaftsprofil ermöglichen. Insbesondere sollten die Streuscheiben eine hohe Lichtausbeute bei einer sehr hohen Streuwirkung erlauben.

Darüber hinaus sollten die Streuscheiben ein besonders neutrales Streulicht, ohne Farbverschiebung ermöglichen. Hierbei sollten sich die durch die LCD-Zellen erzeugten Farben nur geringfügig durch Temperaturschwankungen ändern.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand darin, Streuscheiben für LCD-Anwendungen zur Verfügung zu stellen, die eine besonders gleichmäßige Helligkeitsverteilung aufweisen.

Darüber hinaus sollten die Streuscheiben eine möglichst hohe mechanische Stabilität aufweisen. Hierbei sollten Kratzer auf der Kunststoffplatte nicht oder nur geringfügig sichtbar sein. Insbesondere sollten Beschädigungen keinen oder nur einen geringen Einfluss auf die Helligkeitsverteilung des mit einer Streuscheibe versehenen Monitors haben.

Des weiteren lag der Erfindung die Aufgabe zugrunde Streuscheiben für LCD-Anwendungen zur Verfügung zu stellen, die besonders einfach hergestellt werden können. So sollten die Streuscheiben insbesondere durch Extrusion erzeugt werden können.

Darüber hinaus war es mithin Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Streuscheiben zu schaffen, deren Eigenschaftsprofil nur eine geringe Temperaturempfindlichkeit aufweisen. Hierdurch werden LCDs zur Verfügung gestellt, die beispielsweise in Automobilen eingesetzt werden können.

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung bestand darin, Streuscheiben bereitzustellen, die auf einfache Weise in Größe und Form den

Anforderungen angepasst werden können. So sollten die Streuscheiben durch sehr kostengünstige Verfahren, wie beispielsweise mittels Laser-Schneidanlagen, bearbeitet werden können.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung bestand darin, dass die Streuscheiben eine hohe Haltbarkeit, insbesondere eine hohe Beständigkeit gegen UV-Bestrahlung oder Bewitterung aufweisen.

Gelöst werden diese Aufgaben sowie weitere, die zwar nicht wörtlich genannt werden, sich aber aus den hierin diskutierten Zusammenhängen wie selbstverständlich ableiten lassen, oder sich aus diesen zwangsläufig ergeben, durch die in Anspruch 1 beschriebenen Streuscheiben. Zweckmäßige Abwandlungen der erfindungsgemäßen Streuscheiben werden in den auf Anspruch 1 rückbezogenen Unteransprüchen unter Schutz gestellt.

Hinsichtlich der Verfahren zur Herstellung von Streuscheiben liefert der Anspruch 24 eine Lösung der zugrunde liegenden Aufgabe.

Dadurch, dass das Verhältnis des Quadrats von mittlerer Oberflächenrauigkeit der Polymethylmethacrylat-Schicht R_z zur dritten Potenz der Teilchengröße der sphärischen Partikel (B) R_z^2/D_{PB}^3 im Bereich von $0,0002 \mu\text{m}^{-1}$ bis $0,1300 \mu\text{m}^{-1}$ liegt, gelingt es überraschend Streuscheiben für LCD-Anwendungen umfassend mindestens eine lichtstreuende Polymethylmethacrylat-Schicht, die eine Polymethylmethacrylat-Matrix sowie 0,5 Gew.-% bis 59,5 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht, sphärische Streupartikel (A), die eine mittlere Teilchengröße V_{50} im Bereich von 0,1 bis 40 μm und einen Brechungsindexunterschied zur Polymethylmethacrylat-Matrix im Bereich von 0,02 bis 0,2 aufweisen, und 0,5 Gew.-% bis 59,5 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht, sphärische Partikel (B),

die eine mittlere Teilchengröße V_{50} im Bereich von 10 bis 150 μm und einen Brechungsindexunterschied zur Polymethylmethacrylat-Matrix im Bereich von 0 bis 0,2 aufweisen, wobei die Gesamtkonzentration der sphärischen Streupartikel (A) und Partikel (B) im Bereich von 1 bis 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht, beträgt, und die sphärische Streupartikel (A) sphärische Partikel (B) eine unterschiedlicher mittlere Teilchengröße V_{50} aufweisen, wobei die Streuscheiben eine Transmission im Bereich von 20% bis 70% und einen Streuvermögen größer als 0,2 aufweisen, zur Verfügung zu stellen, die ein sehr gutes, ausgeglichenes Eigenschaftsprofil ermöglichen.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen werden u.a. insbesondere folgende Vorteile erzielt:

- Die Streuscheiben der vorliegenden Erfindung können auf individuelle Bedürfnisse angepasst werden, ohne dass hierdurch die Helligkeitsverteilung und/oder die Kratzempfindlichkeit verschlechtert werden würden.
- Die Streuscheiben der vorliegenden Erfindung erlauben eine hohe Transmission und ein gutes Streuvermögen.
- Die Abbildung auf den erfindungsgemäßen Streuscheiben ermöglichen LCDs, die besonders farbechtes Bild liefern.
- Die gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verfügung gestellten Streuscheiben weisen eine besonders gleichmäßige Helligkeitsverteilung auf.
- Darüber hinaus zeigen die Streuscheiben der vorliegenden Erfindung eine hohe mechanische Stabilität. Hierbei wirken sich Kratzer, die auf der Scheibe vorhanden sein können, nicht oder nur geringfügig auf das durch die LCD-Zelle erzeugte Bild aus.

- Darüber hinaus können die Streuscheiben der vorliegenden Erfindung auch in LCDs eingesetzt werden, die einer besonders hohen Temperaturschwankung ausgesetzt sind. Hierbei wirken sich diese Temperaturschwankungen nur in geringem Maß auf die Helligkeitsverteilung, die Transmission oder das Streuvermögen der Streuscheiben aus.
- Des weiteren können die Streuscheiben der vorliegenden Erfindung besonders einfach hergestellt werden. So können die Streuscheiben insbesondere durch Extrusion erzeugt werden.
- Die erfindungsgemäßen Streuscheiben zeigen eine hohe Beständigkeit gegen Bewitterung, insbesondere gegen UV-Bestrahlung.
- Die Größe und Form der Streuscheiben kann an die Bedürfnisse angepasst werden.

Die lichtstreuende Polymethylmethacrylat-Schicht der Streuscheibe gemäß der vorliegenden Erfindung weist 1 bis 60 Gew.-%, insbesondere 3 bis 55 Gew.-% und vorzugsweise 6 bis 48 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht, sphärische Streupartikel (A) und sphärische Partikel(B) auf.

Die Streupartikel (A) und die Partikel (B) sind sphärisch. Der Begriff sphärisch bezeichnet im Rahmen der vorliegenden Erfindung, dass die Partikel vorzugsweise eine kugelförmige Gestalt aufweisen, wobei dem Fachmann offensichtlich ist, dass aufgrund der Herstellungsmethoden auch Partikel mit anderer Gestalt enthalten sein können, oder dass die Form der Partikel von der idealen Kugelgestalt abweichen kann.

Dementsprechend bedeutet der Begriff sphärisch, dass das Verhältnis von der größten Ausdehnung der Partikel zur geringsten Ausdehnung maximal 4, vorzugsweise maximal 2 beträgt, wobei diese Ausdehnungen jeweils durch den Schwerpunkt der Partikel gemessen werden. Vorzugsweise sind mindestens 70, besonders bevorzugt mindestens 90 %, bezogen auf die Zahl der Partikel, sphärisch.

Die Streupartikel (A) weisen eine mittlere Teilchengröße V_{50} im Bereich von 0,1 bis 40 μm , insbesondere von 0,5 bis 30 μm und besonders bevorzugt 1 bis 15 μm auf.

Die lichtstreuende PMMA-Schicht umfasst 0,5 bis 59,5 Gew.-%, vorzugsweise 1 bis 20 Gew.-% und besonders bevorzugt 1,5 bis 10 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht, sphärische Streupartikel (A).

Derartige Partikel sind an sich bekannt und können kommerziell erhalten werden. Hierzu gehören insbesondere Kunststoffpartikel sowie Partikel, die anorganische Materialien umfassen.

Die erfindungsgemäß verwendbaren Streupartikel sind nicht besonders beschränkt, wobei an der Phasengrenze der Streupartikel (A) zum Matrixkunststoff eine Brechung des Lichts stattfindet.

Dementsprechend weist der Brechungsindex der Streupartikel (A) eine bei der Na-D-Linie (589 nm) und bei 20°C gemessene Brechzahl n_0 auf, die um 0,02 bis 0,2 Einheiten von der Brechzahl n_0 des Matrixkunststoffs unterscheidet.

Vorzugsweise umfassen die sphärische Streupartikel (A) vernetztes Polystyrol, Polysilikon und/oder vernetzte Poly(meth)acrylate.

Eine Gruppe bevorzugter Kunststoffpartikel, die als Streumittel eingesetzt werden, enthalten Silikone. Solche Partikel werden zum Beispiel durch Hydrolyse und Polykondensation von Organotrialkoxysilanen und/oder Tetraalkoxysilanen erhalten, welche durch die Formeln



beschrieben werden, worin R^1 beispielsweise eine substituierte oder unsubstituierte Alkylgruppe, eine Alkenylgruppe oder eine Phenylgruppe darstellt, und der Rest R^2 der hydrolysierbaren Alkoxygruppe eine Alkylgruppe, wie Methyl, Ethyl oder Butyl oder eine Alkoxy-substituierte Kohlenwasserstoffgruppe, wie 2-Methoxyethyl oder 2-Ethoxyethyl darstellt. Beispielhafte Organotrialkoxysilane sind Methyltrimethoxysilan, Methyltriethoxysilan, Methyl-n-propoxysilan, Methyltriisopropoxysilan und Methyltris(2-methoxyethoxy)silan.

Die zuvor genannten Silanverbindungen und Verfahren zur Herstellung sphärischer Silikonpartikel sind der Fachwelt bekannt und in den Schriften EP 1 116 741, JP 63-077940 und JP 2000-186148 beschrieben.

In der vorliegenden Erfindung besonders bevorzugt eingesetzte Streumittel aus Silikon sind von der Firma GE Bayer Silicones unter den Handelsnamen TOSPEARL® 120 und TOSPEARL® 3120 erhältlich.

Eine weitere Gruppe bevorzugter Kunststoffpartikel sind aufgebaut aus:

- b1) 25 bis 99,9 Gew.-Teilen von Monomeren, die aromatische Gruppen als Substituenten aufweisen, wie beispielsweise Styrol, α -Methylstyrol, ringsubstituierte Styrole, Phenyl(meth)acrylat, Benzyl(meth)acrylat, 2-Phenylethyl(meth)acrylat, 3-Phenylpropyl(meth)acrylat oder Vinylbenzoat; sowie
- b2) 0 bis 60 Gew.-Teilen eines Acryl- und/oder Methacrylsäureesters mit 1 bis 12 C-Atomen im aliphatischen Esterrest, die mit den

Monomeren b1) copolymerisierbar sind, wobei beispielhaft genannt seien: Methyl(meth)acrylat, Ethyl(meth)acrylat, n-Propyl(meth)acrylat, i-Propyl(meth)acrylat, n-Butyl(meth)acrylat, i-Butyl(meth)acrylat, tert. Butyl(meth)acrylat, Cyclohexyl(meth)acrylat, 3,3,5-Trimethylcyclohexyl(meth)acrylat, 2-Ethylhexyl(meth)acrylat, Norbornyl(meth)acrylat oder Isobornyl(meth)acrylat;

- b3) 0,1 bis 15 Gew.-Teilen vernetzenden Comonomeren, die mindestens zwei ethylenisch ungesättigte, radikalisch mit b1) und gegebenenfalls mit b2) copolymerisierbare Gruppen aufweisen, wie beispielsweise Divinylbenzol, Glykoldi(meth)acrylat, 1,4-Butandioldi(meth)acrylat, Allyl(meth)acrylat, Triallylcyanurat, Diallylphthalat, Diallylsuccinat, Pentaerythrittetra(meth)acrylat oder Trimethylolpropantri(meth)acrylat, wobei sich die Comonomeren b1), b2) und b3) zu 100 Gew.-Teilen ergänzen.

Besonders bevorzugt weisen Mischungen, aus denen die Kunststoffpartikel hergestellt werden, mindestens 80 Gew.-% Styrol und mindestens 0,5 Gew.-% Divinylbenzol auf.

Die Herstellung von vernetzten Kunststoffpartikeln ist in der Fachwelt bekannt. So können die Streupartikel durch Emulsionspolymerisation hergestellt werden, wie beispielsweise in EP-A 342 283 oder EP-A 269 324 beschrieben, ganz besonders bevorzugt durch Polymerisation in organischer Phase, wie beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung P 43 27 464.1 beschrieben, wobei bei der letztgenannten Polymerisationstechnik besonders enge Teilchengrößenverteilungen oder anders ausgedrückt besonders geringe Abweichungen der Teilchendurchmesser vom mittleren Teilchendurchmesser auftreten.

Besonders bevorzugt werden Kunststoffpartikel eingesetzt, die eine Temperaturbeständigkeit von mindestens 200°C, insbesondere von

mindestens 250°C aufweisen, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll. Hierbei bedeutet der Begriff Temperaturbeständig, dass die Teilchen im wesentlichen keinem wärmebedingten Abbau unterliegen. Ein wärmebedingter Abbau führt in unerwünschter Weise zu Verfärbungen, so dass das Kunststoffmaterial unbrauchbar wird.

Besonders bevorzugte Partikel sind unter anderem von Sekisui unter dem Handelsnamen ®Techpolymer SBX-6, ®Techpolymer SBX-8 und ®Techpolymer SBX-12 erhältlich.

Zu den anorganischen Materialien, aus denen die Streupartikel (A) ebenfalls hergestellt werden können, gehören unter anderem Aluminiumhydroxid, Aluminium-Kalium-Silikat (Glimmer), Aluminiumsilikat (Kaolin), Bariumsulfat (BaSO_4), Calciumcarbonat, Magnesiumsilikat (Talkum). Von diesen Materialien ist BaSO_4 bevorzugt.

Von den zuvor genannten Streupartikeln sind Partikel, die anorganische Materialien umfassen, bevorzugt.

Die zuvor beschriebenen Streupartikel (A) können einzeln oder als Mischung von zwei oder mehr Sorten eingesetzt werden.

Die lichtstreuende PMMA-Schicht umfasst 0,5 bis 59,5 Gew.-%, vorzugsweise 5 bis 40 Gew.-% und besonders bevorzugt 8 bis 25 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht, sphärische Partikel (B).

Die erfindungsgemäß einzusetzenden Partikel (B) weisen eine mittlere Teilchengrößen V_{50} im Bereich von 10 bis 150 μm , vorzugsweise 15 bis 70 μm und besonders bevorzugt 30 bis 50 μm auf, wobei der Brechungsindex der Partikel eine der Natrium-D-Linie (589 nm) und bei 20°C gemessene

Brechungszahl n_0 aufweisen, die sich um 0 bis 0,2 Einheiten von der Brechungszahl n_0 des Matrix-Kohlenstoffs unterscheidet.

Die Partikel (B) können ebenfalls kommerziell erhalten werden. Diese Partikel können aus den gleichen Materialien wie die Streupartikel (A) hergestellt werden. Hierbei werden Kunststoffpartikel bevorzugt eingesetzt.

Vorzugsweise umfassen die sphärische Partikel (B) vernetztes Polystyrol, Polysilikon und/oder vernetzte Poly(meth)acrylate.

Die zuvor beschriebenen Partikel (B) können einzeln oder als Mischung von zwei oder mehr Sorten eingesetzt werden.

Vorzugsweise liegt das Verhältnis des Gewichtsmittels der Streupartikel (A) zu den Partikeln (B) im Bereich von 1:100 bis 10:1, insbesondere 1:50 bis 7,5:1, besonders bevorzugt 1:25 bis 5:1 und ganz besonders bevorzugt 1:10 bis 3:1.

Die Differenz der mittleren Teilchengröße V_{50} der Streupartikel (A) und der Partikel (B) beträgt vorzugsweise mindestens 5 μm , insbesondere mindestens 10 μm , wobei die Partikel (B) größer sind als die Streupartikel (A).

Die Ermittlung der Teilchengröße sowie der Teilchengrößenverteilung kann mittels Laserextinktionsverfahren erfolgen. Hierbei kann ein Galay-CIS der Firma L.O.T. GmbH verwendet werden, wobei die Messmethode zur Bestimmung der Teilchengröße sowie der Teilchengrößenverteilung im Benutzerhandbuch enthalten ist.

Die Ermittlung der Teilchengröße von anorganischen Partikeln kann mittels eines Röntgensedigraphen erfolgen. Hierzu kann ein MICROSCAN

II-Gerät von der Fa. Quantachrome eingesetzt werden. Das MICROSCAN II ist ein automatisches Messgerät zur Bestimmung der Korngrößenverteilung von Pulvern in Suspensionen mit einem Messbereich von 0,1 bis 300 μm . Das Messprinzip des MICROSCAN II ist die Sedimentation mit Röntgendetektion. Hierzu werden die Partikel homogen in einer Flüssigkeit mit Hilfe einer eingebauten Schlauchpumpe bzw. Ultraschallbehandlung dispergiert. Die Partikelgrößenbestimmung wird nach dem Stokes'schen Gesetz in Abhängigkeit der Dichte von Partikel und Dispergierflüssigkeit, der Viskosität der Flüssigkeit sowie der Sinkgeschwindigkeit der Partikel bestimmt

Die mittlere Teilchengröße von V_{50} ergibt sich aus dem Median des Gewichtsmittels, wobei 50 Gew.-% der Teilchen kleiner oder gleich und 50 Gew.-% dieser Teilchen größer oder gleich diesem Wert sind.

Gemäss einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung liegen diese Teilchen gleichmäßig verteilt in der Kunststoffmatrix vor, ohne dass eine nennenswerte Aggregation oder Zusammenlagerung der Partikel auftritt. Gleichmäßig verteilt bedeutet, dass die Konzentration an Partikeln innerhalb der Kunststoffmatrix im wesentlichen konstant ist.

Die lichtstreuende Schicht umfasst neben den sphärischen Partikeln eine Kunststoffmatrix, die Polymethylmethacrylat (PMMA) aufweist. Vorzugsweise umfasst die lichtstreuende Polymethylmethacrylat-Schicht mindestens 30 Gew.-%, insbesondere mindestens 40 Gew.-% und besonders bevorzugt mindestens 50 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtstreuenden Schicht, Polymethylmethacrylat.

Polymethylmethacrylate werden im allgemeinen durch radikalische Polymerisation von Mischungen erhalten, die Methylmethacrylat enthalten. Im allgemeinen enthalten diese Mischungen mindestens 40 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 60 Gew.-% und besonders bevorzugt

mindestens 80 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Monomere, Methylmethacrylat.

Daneben können diese Mischungen zur Herstellung von Polymethylmethacrylaten weitere (Meth)acrylate enthalten, die mit Methylmethacrylat copolymerisierbar sind. Der Ausdruck (Meth)acrylate umfasst Methacrylate und Acrylate sowie Mischungen aus beiden.

Diese Monomere sind weithin bekannt. Zu diesen gehören unter anderem (Meth)acrylate, die sich von gesättigten Alkoholen ableiten, wie beispielsweise Methylacrylat, Ethyl(meth)acrylat, Propyl(meth)acrylat, n-Butyl(meth)acrylat, tert.-Butyl(meth)acrylat, Pentyl(meth)acrylat und 2-Ethylhexyl(meth)acrylat;

(Meth)acrylate, die sich von ungesättigten Alkoholen ableiten, wie z. B. Oleyl(meth)acrylat, 2-Propinyl(meth)acrylat, Allyl(meth)acrylat, Vinyl(meth)acrylat;

Aryl(meth)acrylate, wie Benzyl(meth)acrylat oder Phenyl(meth)acrylat, wobei die Arylreste jeweils unsubstituiert oder bis zu vierfach substituiert sein können;

Cycloalkyl(meth)acrylate, wie 3-Vinylcyclohexyl(meth)acrylat, Bornyl(meth)acrylat;

Hydroxylalkyl(meth)acrylate, wie

3-Hydroxypropyl(meth)acrylat,

3,4-Dihydroxybutyl(meth)acrylat,

2-Hydroxyethyl(meth)acrylat, 2-Hydroxypropyl(meth)acrylat;

Glycoldi(meth)acrylate, wie 1,4-Butandiol(meth)acrylat,

(Meth)acrylate von Etheralkoholen, wie

Tetrahydrofurfuryl(meth)acrylat, Vinyloxyethoxyethyl(meth)acrylat;

Amide und Nitrile der (Meth)acrylsäure, wie

N-(3-Dimethylaminopropyl)(meth)acrylamid,

N-(Diethylphosphono)(meth)acrylamid,

1-Methacryloylamido-2-methyl-2-propanol;

schwefelhaltige Methacrylate, wie

Ethylsulfinylethyl(meth)acrylat,
4-Thiocyanatobutyl(meth)acrylat,
Ethylsulfonylethyl(meth)acrylat,
Thiocyanatomethyl(meth)acrylat,
Methylsulfinylmethyl(meth)acrylat,
Bis((meth)acryloyloxyethyl)sulfid;
mehrwertige (Meth)acrylate, wie
Trimethyloxypropantri(meth)acrylat.

Neben den zuvor dargelegten (Meth)acrylaten können die zu polymerisierenden Zusammensetzungen auch weitere ungesättigte Monomere aufweisen, die mit Methylmethacrylat und den zuvor genannten (Meth)acrylaten copolymerisierbar sind.

Hierzu gehören unter anderem 1-Alkene, wie Hexen-1, Hepten-1; verzweigte Alkene, wie beispielsweise Vinylcyclohexan, 3,3-Dimethyl-1-propen, 3-Methyl-1-diisobutylen, 4-Methylpenten-1;

Acrylnitril; Vinylester, wie Vinylacetat;
Styrol, substituierte Styrole mit einem Alkylsubstituenten in der Seitenkette, wie z. B. α -Methylstyrol und α -Ethylstyrol, substituierte Styrole mit einem Alkylsubstituenten am Ring, wie Vinyltoluol und p-Methylstyrol, halogenierte Styrole, wie beispielsweise Monochlorstyrole, Dichlorstyrole, Tribromstyrole und Tetrabromstyrole;
Heterocyclische Vinylverbindungen, wie 2-Vinylpyridin, 3-Vinylpyridin, 2-Methyl-5-vinylpyridin, 3-Ethyl-4-vinylpyridin, 2,3-Dimethyl-5-vinylpyridin, Vinylpyrimidin, Vinylpiperidin, 9-Vinylcarbazol, 3-Vinylcarbazol, 4-Vinylcarbazol, 1-Vinylimidazol, 2-Methyl-1-vinylimidazol, N-Vinylpyrrolidon, 2-Vinylpyrrolidon, N-Vinylpyrrolidin, 3-Vinylpyrrolidin, N-Vinylcaprolactam, N-Vinylbutyrolactam, Vinyloxolan, Vinylfuran, Vinylthiophen, Vinylthiolan, Vinylthiazole und hydrierte Vinylthiazole, Vinyloxazole und hydrierte Vinyloxazole;

Vinyl- und Isoprenylether;

Maleinsäurederivate, wie beispielsweise Maleinsäureanhydrid, Methylmaleinsäureanhydrid, Maleinimid, Methylmaleinimid; und Diene, wie beispielsweise Divinylbenzol.

Im allgemeinen werden diese Comonomere in einer Menge von 0 bis 60 Gew.-%, vorzugsweise 0 bis 40 Gew.-% und besonders bevorzugt 0 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Monomeren, eingesetzt, wobei die Verbindungen einzeln oder als Mischung verwendet werden können.

Die Polymerisation wird im allgemeinen mit bekannten Radikalinitiatoren gestartet. Zu den bevorzugten Initiatoren gehören unter anderem die in der Fachwelt weithin bekannten Azoinitiatoren, wie AIBN und 1,1-Azobiscyclohexancarbonitril, sowie Peroxyverbindungen, wie Methylethylketonperoxid, Acetylacetonperoxid, Dilaurylperoxyd, tert.-Butylper-2-ethylhexanoat, Ketonperoxid, Methylisobutylketonperoxid, Cyclohexanonperoxid, Dibenzoylperoxid, tert.-Butylperoxybenzoat, tert.-Butylperoxyisopropylcarbonat, 2,5-Bis(2-ethylhexanoyl-peroxy)-2,5-dimethylhexan, tert.-Butylperoxy-2-ethylhexanoat, tert.-Butylperoxy-3,5,5-trimethylhexanoat, Dicumylperoxid, 1,1-Bis(tert.-butylperoxy)cyclohexan, 1,1-Bis(tert.-butylperoxy)3,3,5-trimethylcyclohexan, Cumylhydroperoxid, tert.-Butylhydroperoxid, Bis(4-tert.-butylcyclohexyl)peroxydicarbonat, Mischungen von zwei oder mehr der vorgenannten Verbindungen miteinander sowie Mischungen der vorgenannten Verbindungen mit nicht genannten Verbindungen, die ebenfalls Radikale bilden können.

Diese Verbindungen werden häufig in einer Menge von 0,01 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise von 0,5 bis 3 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Monomeren, eingesetzt.

Hierbei können verschiedene Poly(meth)acrylate eingesetzt werden, die sich beispielsweise im Molekulargewicht oder in der Monomerzusammensetzung unterscheiden.

Des weiteren kann die Matrix der lichtstreuenden Schicht weitere Polymere enthalten, um die Eigenschaften zu modifizieren. Hierzu gehören unter anderem Polyacrylnitrile, Polystyrole, Polyether, Polyester, Polycarbonate und Polyvinylchloride. Diese Polymere können einzeln oder als Mischung eingesetzt werden, wobei auch Copolymere, die von den zuvor genannten Polymere ableitbar sind.

Das Gewichtsmittel des Molekulargewichts M_w der erfindungsgemäss als Matrixpolymere zu verwendenden Homo- und/oder Copolymere kann in weiten Bereichen schwanken, wobei das Molekulargewicht üblicherweise auf den Anwendungszweck und die Verarbeitungsweise der Formmasse abgestimmt wird. Im allgemeinen liegt es aber im Bereich zwischen 20 000 und 1 000 000 g/mol, vorzugsweise 50 000 bis 500 000 g/mol und besonders bevorzugt 80 000 bis 300 000 g/mol, ohne dass hierdurch eine Einschränkung erfolgen soll.

Gemäss einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Matrix der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht mindestens 70, vorzugsweise mindestens 80 und besonders bevorzugt mindestens 90 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Matrix der lichtstreuenden Schicht, Polymethylmethacrylat auf.

Die Poly(meth)acrylate der Matrix der lichtstreuenden Schicht weisen gemäss einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung einen Brechungsindex gemessen bei der Na-D-Linie (589 nm) und bei 20°C im Bereich von 1,46 bis 1,54 auf.

Die Formmassen zur Herstellung der lichtstreuenden Schicht können übliche Zusatzstoffe aller Art enthalten. Hierzu gehören unter anderem Antistatika, Antioxidantien, Entformungsmittel, Flammschutzmittel, Schmiermittel, Farbstoffe, Fließverbesserungsmittel, Füllstoffe, Lichtstabilisatoren, UV-Absorber und organische Phosphorverbindungen, wie Phosphite oder Phosphonate, Pigmente, Verwitterungsschutzmittel

und Weichmacher. Die Menge an Zusatzstoffen ist jedoch auf den Anwendungszweck beschränkt. So sollte die lichtstreuende Eigenschaft der Polymethylmethacrylat-Schicht sowie deren Transmission nicht zu stark durch Additive beeinträchtigt werden. Insbesondere sollten nur geringe Mengen an Additiven zugesetzt werden, deren optische Eigenschaften von der Temperatur abhängig sind. So sollte die Streuscheibe nur eine geringe Menge an Schlagzähmodifizierungsmittel umfassen, die beispielsweise in EP-A 0 113 924, EP-A 0 522 351, EP-A 0 465 049 und EP-A 0 683 028 beschrieben sind. Vorzugsweise ist der Gehalt an Schlagzähmodifizierungsmittel in den Streuscheiben auf maximal 20 Gew.-%, vorzugsweise 10 Gew.-% und besonders bevorzugt 4 Gew.-% beschränkt. Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung umfassen Streuscheiben der vorliegenden Erfindung besonders bevorzugt keine Schlagzähmodifizier.

Besonders bevorzugte Formmassen zur Herstellung der Kunststoff-Matrix sind von der Fa. Röhm GmbH & Co. KG kommerziell erhältlich.

Die Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht liegt im Allgemeinen im Bereich von 1 bis 100 mm, vorzugsweise im Bereich von 1 bis 10 mm und besonders bevorzugt im Bereich von 2 bis 5 mm.

Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Konzentration der sphärischen Streupartikel (A) c_{PA} , die Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht d_s sowie die Teilchengröße der sphärische Streupartikel (A) D_{PA} so gewählt, dass das Verhältnis aus dem Produkt von Konzentration der sphärische Streupartikel (A) c_{PA} und Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht zur dritten Potenz der Teilchengröße der sphärische Streupartikel (A) $c_{PA} \cdot d_s / D_{PA}^3$ vorzugsweise im Bereich von 0,0001 bis 0,5 Gew.-%*mm/ μm^3 , insbesondere 0,0025 bis 0,3 Gew.-%*mm/ μm^3 liegt.

Falls Kunststoffpartikel mit einer Teilchengröße V_{50} im Bereich von 6 bis 30 μm als Streumaterialien eingesetzt werden, so liegt das Verhältnis aus dem Produkt von Konzentration der sphärischen Streupartikel (A) c_{PA} und Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht zur dritten Potenz der Teilchengröße der sphärischen Streupartikel (A) $c_{PA} \cdot d_S / D_{PA}^3$ gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung vorzugsweise im Bereich von 0,0015 bis 0,09 Gew.-%*mm/ μm^3 , besonders bevorzugt 0,0025 bis 0,06 Gew.-%*mm/ μm^3 und ganz besonders bevorzugt im Bereich von 0,005 bis 0,04 Gew.-%*mm/ μm^3 .

Falls anorganische Partikel mit einer Teilchengröße V_{50} im Bereich von 0,1 bis 5 μm als Streumaterialien eingesetzt werden, so liegt das Verhältnis aus dem Produkt von Konzentration der sphärischen Streupartikel (A) c_{PA} und Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht zur dritten Potenz der Teilchengröße der sphärischen Streupartikel (A) $c_{PA} \cdot d_S / D_{PA}^3$ gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung vorzugsweise im Bereich von 0,015 bis 0,5 Gew.-%*mm/ μm^3 , insbesondere 0,025 bis 0,3 Gew.-%*mm/ μm^3 .

Die Konzentration der sphärischen Partikel (B) c_{PB} , die Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht d_S sowie die Teilchengröße der sphärischen Partikel (B) D_{PB} kann so gewählt werden, dass das Verhältnis aus dem Produkt von Konzentration der sphärischen Streupartikel (B) c_{PB} und Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht zur dritten Potenz der Teilchengröße der sphärischen Streupartikel (B) $c_{PB} \cdot d_S / D_{PB}^3$ vorzugsweise im Bereich von 0,000005 bis 0,04 Gew.-%*mm/ μm^3 , insbesondere 0,00005 bis 0,02 Gew.-%*mm/ μm^3 liegt.

Das Verhältnis des Quadrats von mittlerer Oberflächenrauigkeit der Polymethylmethacrylat-Schicht R_Z zur dritten Potenz der Teilchengröße der sphärischen Partikel (B) R_Z^2 / D_{PB}^3 kann vorzugsweise im Bereich von

$0,0002 \mu\text{m}^{-1}$ bis $0,1300 \mu\text{m}^{-1}$, vorzugsweise $0,0009 \mu\text{m}^{-1}$ bis $0,0900 \mu\text{m}^{-1}$, insbesondere $0,0006 \mu\text{m}^{-1}$ bis $0,0800 \mu\text{m}^{-1}$ und vorzugsweise $0,0008 \mu\text{m}^{-1}$ bis $0,0400 \mu\text{m}^{-1}$ liegen.

Gemäss einer besonderen Ausführungsform der Scheibe der vorliegenden Erfindung liegt das Verhältnis Konzentration der sphärischen Streupartikel (A) c_{PA} zur Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht d_S c_{PA}/d_S im Bereich von 0,2 Gew.-%/mm bis 20 Gew.-%/mm, insbesondere von 0,5 Gew.-%/mm bis 10 Gew.-%/mm.

Gemäss einem besonderen Aspekt der Streuscheibe der vorliegenden Erfindung ist das Verhältnis Konzentration der sphärischen Partikel (B) c_{PB} zur Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht d_S c_{PB}/d_S größer oder gleich 2,5 Gew.-%/mm, insbesondere größer oder gleich 4 Gew.-%/mm.

Das Verhältnis aus Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht d_S und Teilchengröße der sphärische Streupartikel D_{PA} d_S/D_{PA} liegt vorzugsweise im Bereich von 5 bis 1500, insbesondere 10 bis 1000 und besonders bevorzugt 100 bis 600, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll.

Die lichtstreuende Polymethylmethacrylat-Schicht weist vorzugsweise einen Glanz R_{85° kleiner gleich 60, insbesondere kleiner gleich 40 und besonders bevorzugt kleiner 30 auf.

Die Streuscheiben der vorliegenden Erfindung, insbesondere die lichtstreuende Polymethylmethacrylat-Schicht zeigen eine besonders geringe Kratzempfindlichkeit. Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung sind Kratzer, die mit einer Kraft von höchstens 0,4 N, insbesondere von höchstens 0,7 N und besonders bevorzugt von

höchstens 1,0 N auf der Scheibe erzeugt werden, visuell nicht erkennbar, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll.

Diese Kratzunempfindlichkeit kann gemäss DIN 53799 und DIN EN 438 durch eine visuelle Beurteilung einer geschädigten Oberfläche bestimmt werden, wobei die Schädigung durch einen Diamanten, der mit unterschiedlicher Kraft auf die Oberfläche einwirkt, hervorgerufen wird.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liegt die mittlere Oberflächenrauigkeit R_z der Platte vorzugsweise im Bereich von 5 μm bis 50 μm , insbesondere 5 bis 25 μm , bevorzugt 6 bis 35 μm und besonders bevorzugt 6 μm bis 30 μm .

Die mittlere Oberflächenrauigkeit R_z kann gemäß DIN 4768 mit einem Messgerät Talysurf 50 der Fa. Taylor Hobson bestimmt werden, wobei R_z die gemittelte Rautiefe ist, die sich aus den Mittelwerten der Einzelrautiefen von fünf aufeinander folgender Einzelmessstrecken im Rauheitsprofil ergibt.

Die Oberflächenrauigkeit R_z der Platte ergibt sich im Allgemeinen durch die Wahl der Partikel (B). Darüber hinaus kann dieser Wert durch Variation von verschiedenen Parametern beeinflusst werden, die von der Art der Herstellung abhängig sind.

Hierzu gehören unter anderem die Temperatur der Schmelze während der Extrusion, wobei eine höhere Temperatur der Schmelze zu einer rauerer Oberfläche führt. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Temperatur der Schmelze von der genauen Zusammensetzung der Formmasse abhängig ist. Im allgemeinen liegt die Temperatur der Schmelze im Bereich von 150 bis 300°C, vorzugsweise im Bereich von 200 bis 290°C. Diese

Temperaturen beziehen sich auf die Temperaturen der Schmelze beim Düsenaustritt.

Des weiteren kann die Oberflächenrauigkeit über den Spalt zwischen den zur Glättung der Platten eingesetzten Walzen beeinflusst werden. Umfasst ein Glättwerk beispielsweise 3 Walzen in L-Anordnung, wobei die Formmasse von der Düse auf den Spalt zwischen Walze 1 und Walze 2 geführt wird und die Walze 2 um 60-180° umschlingt, so wird durch den Spalt zwischen Walze 2 und Walze 3 eine Glättung der Oberflächen erzielt. Wird der Spalt zwischen Walze 2 und Walze 3 auf Plattendicke eingestellt, so werden die Streupartikel auf der Plattenoberfläche in die Matrix eingedrückt, wodurch sich die Oberfläche glatter darstellt. Im allgemeinen wird dieser Spalt zur Erzielung einer raueren Oberfläche etwas größer eingestellt als die Plattendicke der herzustellenden Platte, wobei dieser Wert vielfach im Bereich von 0,1 bis 2 mm über Plattendicke, vorzugsweise 0,1 bis 1,5 mm über Plattendicke liegt, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll. Des weiteren wird die Oberflächenrauigkeit durch die Partikelgröße sowie die Plattendicke beeinflusst, wobei die Ausführungsbeispiele die Abhängigkeiten darlegen.

Die lichtstreuende Schicht kann über bekannte Verfahren hergestellt werden, wobei thermoplastische Formgebungsverfahren bevorzugt sind. Nach Zugabe der Partikel können aus den zuvor beschriebenen Formmassen lichtstreuenden Schichten durch herkömmliche thermoplastische Formgebungsverfahren hergestellt werden.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform wird zur Extrusion oder zur Herstellung von Streuperlen enthaltenden Formmassen-Granulaten ein Doppelschneckenextruder verwendet. Hierbei werden die Kunststoffpartikel vorzugsweise in die Schmelze im Extruder überführt. Durch diese Maßnahme können Schmelzen erhalten werden, aus denen

Platten bereitgestellt werden können, die eine besonders hohe Transmission aufweisen.

Hierbei können die Streuscheiben über einen Zweistufenprozess hergestellt werden, bei welchem man einer erfindungsgemäßen Sidefeeder-Compoundierung auf einem Doppelschneckenextruder und Zwischengranulierung die Extrusion der Folie oder Platte auf einem Einschneckenextruder nachschaltet. Das über den Doppelschneckenextruder erhaltene Granulat kann besonders hohe Anteile an Streuperlen erhalten, so dass durch Abmischung mit Formmassen ohne Streuperlen auf einfache Weise Streuscheiben mit unterschiedlichem Streuperlengehalt hergestellt werden können.

Des weiteren kann auch ein Einstufenprozess durchgeführt werden, bei welchem die Eincompoundierung der sphärischen Kunststoffpartikel in die Schmelze wie beschrieben auf einem Doppelschneckenextruder erfolgt, welchem ggf. ein druckerhöhendes Aggregat (z.B. Schmelzepumpe) nachgeschaltet ist, an welches sich die Extrusionsdüse unmittelbar anschließt, mit welcher ein flächiges Produkt ausgeformt wird. Überraschend können durch die zuvor beschriebenen Maßnahmen Streuscheiben mit einem besonders geringen Gelindex erhalten werden.

Des weiteren können die Streuscheiben auch durch Spritzguss hergestellt werden, wobei jedoch die Verfahrensparameter bzw. die Gussform so zu wählen sind, dass eine Oberflächenrauigkeit im erfindungsgemäßen Bereich erzielt wird.

Die Compoundierung der Matrix mit den Streupartikel erfolgt vorzugsweise durch einen Doppelschneckenextruder, bei der eigentlichen Plattenextrusion kann ebenfalls ein Einschneckenextruder zum Einsatz kommen, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll.

Die Streuscheibe der vorliegenden Erfindung weist eine Transmission im Bereich von 30% bis 70%, insbesondere im Bereich von 40% bis 70% und besonders bevorzugt im Bereich von 40 bis 65% auf.

Vorzugsweise zeigt die Streuscheibe einen Gelbwert kleiner oder gleich 12, insbesondere kleiner oder gleich 10, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll.

Eine besondere Ausführungsform der Streuscheibe der vorliegenden Erfindung weist einen Intensitätshalbwertswinkel größer oder gleich 15°, insbesondere größer oder gleich 25° auf.

Die Streuscheibe der vorliegenden Erfindung ein Streuvermögen größer oder gleich 0,3, insbesondere größer oder gleich 0,45 und besonders bevorzugt größer oder gleich 0,6.

Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform zeigen die Oberfläche der erfindungsgemäßen Streuscheiben in Reflexion ein mattes Erscheinungsbild. Durch die Glanzmessung mit einem Reflektometer nach DIN 67530 kann die Charakterisierung vorgenommen werden. Vorzugsweise liegt der Glanz der Platten bei einem Winkel von 85° unterhalb von 60, besonders bevorzugt unterhalb von 40 und ganz besonders bevorzugt unterhalb von 30.

Die Größe und Form der Streuscheiben der vorliegenden Erfindung ist nicht begrenzt. Im allgemeinen weist die Streuscheibe jedoch eine rechteckige, tafelförmige Gestalt auf, da LCDs üblich ein derartiges Format aufweisen.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform weist die Streuscheibe eine besonders hohe Wetterfestigkeit gemäß DIN EN ISO 4892, Teil 2 –

Künstliches bewittern oder bestrahlen in Geräten, gefilterte Xenonbogenbestrahlung- auf.

Die erfindungsgemäßen Streuscheiben sind im allgemeinen sehr beständig gegenüber Bewitterung. So beträgt die Bewitterungsbeständigkeit gemäß DIN 53387 (Xenotest) bevorzugter Streuscheiben mindestens 5000 Stunden.

Bevorzugt weist der Formkörper einen E-Modul nach ISO 527-2 von mindestens 1500 MPa, insbesondere mindestens 2000 MPa auf, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgen soll.

Gemäß einem besonderen Aspekt der vorliegenden Erfindung weisen bevorzugte Streuscheiben eine Dauergebrauchstemperatur von mindestens 60°C insbesondere mindestens 70° auf. Die Dauergebrauchstemperatur ergibt sich insbesondere aus den Materialien aus denen die Streuscheiben hergestellt wurden. Die Dauergebrauchstemperatur kennzeichnet die Temperatur, bei der die Streuscheiben auch nach mehreren Stunden keine Deformation zeigen.

Hierbei zeigen diese Scheiben vorzugsweise eine geringe Wärmeausdehnung, sodass sie durch Erwärmung von mindestens 20°C, insbesondere mindestens 40°C eine Längenausdehnung von höchstens 0,55%, insbesondere höchstens 0,3% erfahren.

Die erfindungsgemäßen Streuscheiben können für weitere lichttechnische Anwendungen, beispielsweise als Rückprojektionsschirme eingesetzt werden.

Nachfolgend wird die Erfindung durch Beispiele und Vergleichsbeispiele eingehender erläutert, ohne dass die Erfindung auf diese Beispiele beschränkt werden soll.

A) Messmethoden

Die mittlere Rauigkeit R_z wurde gemäß DIN 4768 mit einem Messgerät Talysurf 50 der Fa. Taylor Hobson bestimmt.

Die Transmission $\tau_{D65/2^\circ}$ wurde gemäss DIN 5036 mit einem Messgerät Lambda 19 der Fa. Perkin Elmer bestimmt.

Der Gelbwert $\tau_{D65/10^\circ}$ wurde gemäss DIN 6167 mit einem Messgerät Lambda 19 der Fa. Perkin Elmer bestimmt.

Der Glanz R_{85° wurde bei 85° gemäss DIN 67530 mit einem Messgerät Dr. Lange Labor-Reflektometer der Fa. Dr. Lange bestimmt.

Das Streuvermögen und des Intensitätshalbwertswinkels wurde gemäss DIN 5036 mit einem Messgerät LMT-Goniometer-Messplatz GO-T-1500 der Fa. LMT bestimmt.

B) Herstellung von Kunststoffpartikeln

Kunststoffpartikel B1)

Zur Herstellung von sphärischen Kunststoffpartikeln wurde ein Aluminiumhydroxid-Pickering-Stabilisator verwendet, der durch Fällung aus Aluminiumsulfat und Sodalösung unmittelbar vor Beginn der eigentlichen Polymerisation hergestellt wurde. Hierzu wurden zunächst 16 g $Al_2(SO_4)_3$, 0,032 g Komplexbildner (Trilon A) und 0,16 g Emulgator

(Emulgator K 30 erhältlich von der Fa. Bayer AG; Natriumsalz eines C₁₅-Paraffinsulfonats) in 0,8l destilliertem Wasser gelöst. Anschließend wurde bei einer Temperatur von ca. 40°C eine 1N Natriumcarbonat-Lösung zu dem in Wasser gelöstem Aluminiumsulfat unter Rühren zugegeben, wobei der pH-Wert anschließend im Bereich von 5 bis 5,5 lag. Durch diese Vorgehensweise wurde eine kolloidale Verteilung des Stabilisators im Wasser erzielt.

Nach der Fällung des Stabilisators wurde die wässrige Phase in ein Becherglas überführt. Hierzu wurden 110g Methylmethacrylat, 80g Benzylmethacrylat und 10g Allylmethacrylat sowie 4g Dilaurylperoxyd und 0,4g tert.-Butylper-2-ethylhexanoat gegeben. Diese Mischung wurde mittels eines Dispergators (Ultra-Turrax S50N-G45MF, Fa. Janke und Kunkel, Staufen) 15 Minuten bei 7000 U/min dispergiert.

Im Anschluss an die Scherung wurde das Reaktionsgemisch in den Reaktor, welcher auf die entsprechende Reaktionstemperatur von 80 °C vorgeheizt wurde, eingefüllt und bei ca. 80°C (Polymerisationstemperatur) 45 Minuten (Polymerisationsdauer) unter Rühren (600 U/min) polymerisiert. Es folgte eine Nachreaktionsphase von 1 Stunde bei ca. 85°C Innentemperatur. Nach Abkühlen auf 45°C wurde der Stabilisator durch Zusatz von 50%iger Schwefelsäure in wasserlösliches Aluminiumsulfat überführt. Zur Aufarbeitung der Perlen wurde die erhaltene Suspension über ein handelsübliches Filtertuch filtriert und im Wärmeschrank 24 Stunden bei 50°C getrocknet.

Die Größenverteilung wurde durch Laserextinktionsverfahren untersucht. Die Teilchen wiesen eine mittlere Größe V_{50} von 18,6 µm auf. Die Perlen hatten eine sphärische Form, wobei keine Fasern festgestellt werden konnten. Koagulation trat nicht auf. Im folgenden werden die so erhaltenen Partikel mit Kunststoffpartikel B1 bezeichnet

Kunststoffpartikel B2)

Es wurden Kunststoffpartikel gemäß DE 3528165 C2 hergestellt, wobei die Partikel im wesentlichen die gleiche Zusammensetzung aufwiesen, wie die zuvor dargelegten Kunststoffpartikel B1).

Die Größenverteilung wurde durch Laserextinktionsverfahren untersucht. Die Teilchen wiesen eine mittlere Größe V_{50} von 40,5 μm auf. Die Perlen hatten eine sphärische Form, wobei keine Fasern festgestellt werden konnten. Koagulation trat nicht auf. Im folgenden werden die so erhaltenen Partikel mit Kunststoffpartikel B2 bezeichnet

C) Beispiele 1 bis 6

Es wurden verschiedene Streuscheiben durch Extrusion hergestellt. Hierzu wurden zu Beginn verschiedene Streuperlencompounds aus Kunststoffpartikeln B1, Kunststoffpartikel B2, Kunststoffpartikel auf Basis von Styrol mit einer Partikelgröße V_{50} von ca. 8,4 μm , die unter der Handelsbezeichnung ®Techpolymer SBX-8 von der Fa. Sekisui kommerziell erhältlich sind, und BaSO_4 -Partikeln mit einer Partikelgröße Median Value d_{50} (Sed.) von ca. 5 μm , die unter der Bezeichnung P63 Bariumsulfat, VELVOLUX M, von der Fa. Sachtleben erhältlich sind, sowie eine von der Fa. Röhm GmbH & Co. KG erhältliche PMMA-Formmasse (Copolymer aus 97 Gew.-% Methylmethacrylat und 3 Gew.-% Methylacrylat) zu Kunststoffplatten extrudiert, wobei die Formmassen 0,05 Gew.-% Tinuvin P, ein von Ciba erhältlicher UV-Stabilisator enthielten. Zum Einsatz kam ein Extruder Ø60 mm der Fa. BREYER. Die Temperatur der Schmelze beim Düsenaustritt betrug im allgemeinen 270°C. Das Glättwerk wurde im allgemeinen so eingestellt, dass eine möglichst raue Oberfläche erzielt wurde.

Der Anteil an Partikeln in der Polymethylmethacrylat-Matrix sowie die Dicke der Platten sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3
Dicke [mm]	0,5	0,5	2
PMMA-Matrix [Gew.-Teile]	82	82	86
@SBX8 [Gew.-Teile]	6	6	4
BaSO ₄ [Gew.-Teile]	0	0	0
Kunststoff-partikel B1 [Gew.-Teile]	0	12	0
Kunststoff-partikel B2 [Gew.-Teile]	12	0	10

Tabelle 1 (Fortsetzung)

	Beispiel 4	Beispiel 5	Beispiel 6
Dicke [mm]	2	2	2
PMMA-Matrix [Gew.-Teile]	78	87	79
®SBX8 [Gew.-Teile]	4	0	0
BaSO ₄ [Gew.-Teile]	0	3	3
Kunststoff-partikel B1 [Gew.-Teile]	0	0	0
Kunststoff-partikel B2 [Gew.-Teile]	18	10	18

Die erhaltenen Streuscheiben wurden gemäß den zuvor dargestellten Meßmethoden untersucht, wobei die erhaltenen Messergebnisse in Tabelle 2 wiedergegeben sind.

Tabelle 2

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3
Transmission [%]	73,14	71,34	52,3
Gelbwert $G(\tau_{D65/10^\circ})$	4,86	5,3	6,46
Streuvermögen σ	0,56	0,6	0,87
Intensitätshalbwerths- winkel γ [°]	43	49	83,4
R_Z [μm]	25,4	7,6	20,2
Glanzmessung R_{85°	4,6	8,6	5,7
$c_{PA} \cdot d_S / D_{PA}^3$ [Gew.-%*mm/ μm^3]	0,00505	0,00505	0,01347
$c_{PB} \cdot d_S / D_{PB}^3$ [Gew.-%*mm/ μm^3]	0,000090	0,00093	0,00030
R_Z^2 / D_{PB}^3	0,00968	0,00416	0,00613

Tabelle 2 (Fortsetzung)

	Beispiel 4	Beispiel 5	Beispiel 6
Transmission [%]	50,5	56,75	54,88
Gelbwert $G(\tau_{D65/10^\circ})$	7,5	4,39	4,73
Streuvermögen σ	0,89	0,76	0,8
Intensitätshalbwerths- winkel γ [°]	84	77,0	78,4
R_Z [μm]	33,7	21,3	28,0
Glanzmessung R_{85°	0,9	8,1	2,0
$C_{PA} \cdot d_S / D_{PA}^3$ [Gew.-%*mm/ μm^3]	0,01347	0,0480	0,0480
$C_{PB} \cdot d_S / D_{PB}^3$ [Gew.-%*mm/ μm^3]	0,000542	0,00030	0,000542
R_Z^2 / D_{PB}^3	0,017102	0,00680	0,01184

Patentansprüche

1. Streuscheibe für LCD-Anwendungen umfassend mindestens eine lichtstreuende Polymethylmethacrylat-Schicht, die eine Polymethylmethacrylat-Matrix sowie 0,5 Gew.-% bis 59,5 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht, sphärische Streupartikel (A), die eine mittlere Teilchengröße V_{50} im Bereich von 0,1 bis 40 μm und einen Brechungsindexunterschied zur Polymethylmethacrylat-Matrix im Bereich von 0,02 bis 0,2 aufweisen, und 0,5 Gew.-% bis 59,5 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht, sphärische Partikel (B), die eine mittlere Teilchengröße V_{50} im Bereich von 10 bis 150 μm und einen Brechungsindexunterschied zur Polymethylmethacrylat-Matrix im Bereich von 0 bis 0,2 aufweisen, wobei die Gesamtkonzentration der sphärischen Streupartikel (A) und Partikel (B) im Bereich von 1 bis 60 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht, beträgt, und die sphärische Streupartikel (A) sphärische Partikel (B) eine unterschiedlicher mittlere Teilchengröße V_{50} aufweisen, wobei die Streuscheibe eine Transmission im Bereich von 20% bis 70% und einen Streuvermögen größer als 0,3 aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Quadrats von mittlerer Oberflächenrauigkeit der Polymethylmethacrylat-Schicht R_z zur dritten Potenz der Teilchengröße der sphärischen Partikel (B) R_z^2/D_{PB}^3 im Bereich von 0,0002 μm^{-1} bis 0,1300 μm^{-1} liegt.
2. Streuscheibe gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Quadrats von mittlerer Oberflächenrauigkeit der Polymethylmethacrylat-Schicht R_z zur dritten Potenz der Teilchengröße der sphärischen Partikel (B) R_z^2/D_{PB}^3 im Bereich von 0,0009 μm^{-1} bis 0,0900 μm^{-1} liegt.

3. Streuscheibe gemäss Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Konzentration der Partikel (B) c_{PB} zur Dicke der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht d_S c_{PB}/d_S größer oder gleich 2,5 Gew.-%/mm ist.
4. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtstreuende Polymethylmethacrylat-Schicht einen Glanz R_{85° kleiner oder gleich 40 aufweist.
5. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis $c_{PA} \cdot d_S / D_{PA}^3$ im Bereich von 0,0025 bis 0,3 Gew.-%*mm/ μm^2 liegt.
6. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis $c_{PB} \cdot d_S / D_{PB}^3$ im Bereich von 0,00005 bis 0,02 Gew.-%*mm/ μm^2 liegt.
7. Streuscheibe gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtstreuende Polymethylmethacrylat-Schicht eine Dicke im Bereich von 1 bis 10 mm aufweist.
8. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die sphärischen Partikel (B) vernetzes Polystyrol, Polysilikon und/oder vernetzte Poly(meth)acrylate umfassen.
9. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Streupartikel (A) $BaSO_4$ umfassen.

10. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Matrix der lichtstreuenden Polymethylmethacrylat-Schicht einen Brechungsindex gemessen bei der Na-D-Linie (589 nm) und bei 20°C im Bereich von 1,46 bis 1,54 aufweist.
11. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Oberflächenrauigkeit R_z der Platte im Bereich von 6 bis 30 μm liegt.
12. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Teilchengröße V_{50} der sphärischen Partikel (B) mindestens 5 μm größer ist als die mittlere Teilchengröße der Streupartikel (A).
13. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die sphärischen Streupartikel (A) eine mittlere Größe V_{50} im Bereich von 2 bis 15 μm aufweisen.
14. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die sphärischen Partikel (B) eine mittlere Teilchengröße V_{50} im Bereich von 15 bis 70 μm aufweisen.
15. Streuscheibe gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kratzer, die mit einer Kraft von höchstens 0,7 N auf der Scheibe erzeugt wurden, visuell nicht erkennbar sind.
16. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe eine Dauergebrauchstemperatur von mindestens 60°C aufweist.

17. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe einen E-Modul von mindestens 2000 MPa aufweist.
18. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe durch Erwärmung von mindestens 20°C eine Längenausdehnung von höchstens 5% aufweist.
19. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe eine Bewitterungsbeständigkeit gemäß DIN 53 387 von mindestens 5000 Stunden aufweist.
20. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe eine Transmission im Bereich von 40 bis 65% aufweist.
21. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe einen Gelbwert kleiner oder gleich 12 aufweist.
22. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe einen Intensitätshalbwertswinkel größer oder gleich 15° aufweist.
23. Streuscheibe gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe ein Streuvermögen größer oder gleich 0,45 aufweist.

24. Verfahren zur Herstellung einer Streuscheibe gemäss einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass man eine Polymethylmethacrylat, sphärische Streupartikel (A) und sphärische Partikel (B) umfassende Formmasse extrudiert.
25. Verwendung einer Streuscheibe gemäss einem der Ansprüche 1 bis 23 in lichttechnischen Anwendungen.
26. Verwendung gemäß Anspruch 25 als Rückprojektionsschirm.